

4. Влияние фракционного состава гранулированного нановолокнистого углеродного наполнителя на электрофизические свойства эпоксидных композитов / А.Г. Баннов, Н.Ф. Уваров, Г.Г. Кувшинов, Н.Р. Прокопчук, Э.Т. Крутько, Ж.С. Шашок, К.В. Вишневский // Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 31–34.
5. *Нгуен Мань Хиеу, Коробочкин В.В.* Способ получения активированного угля и диоксида кремния из рисовой шелухи [Электронный ресурс] // «SCI-ARTICLE.RU»: электрон.научн.журн. 2014. №12. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1408911852> (дата обращения: 12.02.2017).

Научный руководитель: М.В. Попов, ст. преподаватель НГТУ.

О ПОЛУЧЕНИИ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В ПЛАЗМЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Е.Б. Акимова
МБОУ Лицей при ТПУ г. Томск

Карбид вольфрама обладает высокими физико-механическими свойствами: высокая температура плавления, высокая твердость, низкий коэффициент трения, стойкость к химически активным средам, коррозии и окислению [1]. Благодаря своей высокой твердости карбид вольфрама широко применяется в производстве твердых сплавов, используемые в режущих и буровых инструментах, ответственных деталях с высокой износостойкостью [2], фильтров, катализаторов [3, 4], топливных элементов и батарей [5]. Существует множество методов получения порошкового карбида вольфрама, в настоящее время популярна группа методов получения карбида вольфрама, основная на генерации плазмы в инертной атмосфере, например, в водороде [6, 7]. Одним из возможных известных источников плазмы является дуговой разряд [8]. При этом обычно высокие температуры приводят к образованию крупных (мкм) частиц даже в случае использования исходных наноразмерных реагентов [6].

С целью реализации электродугового синтеза карбида вольфрама в Томском политехническом университете собрана экспериментальная лабораторная установка. Система состоит из силового трансформатора с выпрямителем с рабочим током до 200 А и возможностью плавного регулирования. Регистрация электрических параметров производится при помощи цифрового осциллографа RIGOL DS 1052E, а также датчиков тока и напряжения. В зону формирования дугового разряда закладывается смесь вольфрама и углерода в виде порошка, состоящего из 18% масс углерода (графита) и 72% масс вольфрама. В рассматриваемой системе проведена серия из 5 экспериментов, в которых изменялась длительность воздействия плазмы дугового разряда на исходные реагенты от 5 с до 20 с. В ходе экспериментов поддерживался постоянным уровень силы тока – около 165 А; электроды, сделанные из графита, взвешивались до и после проведения эксперимента. После проведения эксперимента порошок собирался со

стенок электродов. Основные параметры серии экспериментов приведены в таблице 1.

Табл. 1. Основные параметры серии проведенных экспериментов.

№	t, с	m _{исх} , Г	m _{анода до} , Г	m _{катода до} , Г	m _{анода после} , Г	m _{катода после} , Г	m _{продукта} , Г	m _{эрозии анода} , Г
1	5 с	2 Г	4,26 Г	53,40 Г	4,07 Г	53,38 Г	1,96 Г	0,19 Г
2	10 с	2 Г	5,46 Г	53,40 Г	5,13 Г	53,45 Г	2,21 Г	0,33 Г
3	10 с	2 Г	4,49 Г	53,54 Г	4,24 Г	53,40 Г	2,26 Г	0,25 Г
4	13 с	2 Г	4,69 Г	53,44 Г	4,56 Г	53,39 Г	1,96 Г	0,13 Г
5	19 с	2 Г	5,11 Г	53,44 Г	4,68 Г	53,44 Г	2,16 Г	0,43 Г

В таблице введены следующие обозначения t – время поддержания дугового разряда, m_{исх} – масса исходных реагентов, m_{анода до} – масса анода перед экспериментом, m_{анода после} – масса анода после проведения эксперимента, аналогично - m_{катода до} – масса катода до эксперимента, m_{катода после} – масса катода после эксперимента, m_{продукта} – масса полученного в эксперименте порошкового материала, m_{эрозии анода} – масса эрозии анода в ходе эксперимента.

Таким образом, в настоящей работе представлены данные серии экспериментов и литературного обзора по получению карбида вольфрама в плазме дугового разряда постоянного тока, сгенерированного при помощи собранной лабораторной установки. В дальнейшем будет изучен вопрос энергозатрат изучаемого процесса путем анализа осциллограмм тока и напряжения; будет проанализирована температура электродов в зависимости от выделившейся в системе энергии; продукты будут проанализированы методами рентгеновской дифрактометрии и электронной микроскопии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. V.N. Chuvil'deev, Yu.V. Blagoveshchenskiy, A.V. Nokhrin, M.S. Boldin, N.V. Sakharov, N.V. Isaeva, S.V. Shotin, O.A. Belkin, A.A. Popov, E.S. Smirnova, E.A. Lantsev. Spark plasma sintering of tungsten carbide nanopowders obtained through DC arc plasma synthesis: Journal of Alloys and Compounds 708 (2017) 547-561
2. Victor Ioan Stanciu, Veronique Vitry, Fabienne Delaunois. Tungsten carbide powder obtained by direct carburization of tungsten trioxide using mechanical alloying method: Journal of Alloys and Compounds 659 (2016) 302-308
3. Jie Zhang, Jinwei Chen, Yiwu Jiang, Feilong Zhou, Gang Wang, Ruilin Wang. Tungsten carbide encapsulated in nitrogen-doped carbon with
4. iron/cobalt carbides electrocatalyst for oxygen reduction reaction: Applied Surface Science 389 (2016) 157–164
5. Qiufang Gong, Yu Wang, Qi Hu, Jigang Zhou, Renfei Feng, Paul N. Duchesne, Peng Zhang, Fengjiao Chen, Na Han, Yafei Li, Chuanhong Jin, Yanguang Li & Shuit-Tong Lee. Gong, Q.et al.Ultrasmall and phase-pure W₂C nanoparticles for efficient electrocatalytic and photoelectrochemical hydrogen evolution. Nat. Commun.7,13216 doi: 10.1038/ncomms13216 (2016)

6. Monsur Islam, Rodrigo Martinez-Duarte. A sustainable approach for tungsten carbide synthesis using renewable biopolymers: *Ceramics International* 43 (2017) 10546–10553
7. Ravi K. Enneti. Synthesis of nanocrystalline tungsten and tungsten carbide powders in a single step via thermal plasma technique: *Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials* 53 (2015) 111–116
8. Pavel V. Krasovskii, Olga S. Malinovskaya, Andrey V. Samokhin, Yury V. Blagoveshchenskiy, Valery A. Kazakov, Artem A. Ashmarin. XPS study of surface chemistry of tungsten carbides nanopowders produced through DC thermal plasma/hydrogen annealing process: *Applied Surface Science* 339 (2015) 46–54
9. V.N. Chuvil'deev, Yu.V. Blagoveshchenskiy, A.V. Nokhrin, M.S. Boldin, N.V. Sakharov, N.V. Isaeva, S.V. Shotin, O.A. Belkin, A.A. Popov, E.S. Smirnova, E.A. Lantsev. Spark plasma sintering of tungsten carbide nanopowders obtained through DC arc plasma synthesis: *Journal of Alloys and Compounds* 708 (2017) 547–561

Научный руководитель: А.Я. Пак, к.т.н., доцент каф. СУМ ИК ТПУ.

ВЕЧНЫЙ ФОНАРИК

Ф.А. Сизиков, Т.А. Тюленин
МАОУ СОШ №4 им И.С. Черных г. Томск

Назначение: Данное устройство может применяться для подсветки, индикации, питания маломощных фонариков. Тема работы: в данной работе было проведено испытание схемы Романова Александра Васильевича Романова – качера Романова. Была проверена его работа. Был намотан трансформатор на сердечник чашечного исполнения. Трансформатор был намотан согласно схеме 1. При испытаниях схема работала неудовлетворительно, конденсатор быстро разряжался и светодиоды быстро гасли. Была проведена работа по изменению обмоток трансформатора. Положительные результаты были получены при встречной намотке 2 обмоток трансформатора и увеличение емкости конденсаторов и подборе сопротивления. Были подобраны светодиоды, горящие ярче. Данная схема при зарядке конденсатора в течение 1 минуты от батарейки 9 Вольт позволяла работать устройству в течение суток. Принцип работы: при подключении источника питания конденсаторы заряжаются. После достижения на базе транзистора значения в 0,5 Вольт, транзистор открывается, вследствие чего через обмотку L1 и L2 проходит импульсный ток. Этот ток наводит ЭДС в этих обмотках, который создает магнитный поток в сердечнике и наводится ЭДС в обмотке L3, вследствие чего зажигаются светодиоды, частота 800кГц. Этот же поток в обмотке L3 создает противоЭДС и закрывает транзистор. Когда транзистор закрывается, при спаде тока возникает противоЭДС в обмотке L1 и L2 возникает ЭДС в обмотке L3, которая открывает транзистор и так процесс закидывается. Непрерывность процесса возникает из-за малого потребле-